

УДК 631.461(47+57)

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ АНАЭРОБНЫХ БАКТЕРИЙ РОДА CLOSTRIDIUM, ТРАНСФОРМИРУЮЩИХ ПУРИНОВЫЕ И ПИРИМИДИНОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, В ПОЧВАХ СОВЕТСКОГО СОЮЗА

ЕМЦЕВ В. Т., БАБАЙЦЕВА В. А.

(Кафедра микробиологии)

Среди представителей рода *Clostridium* есть специализированная группа анаэробов, способная к трансформации пуриновых и пиримидиновых соединений — *Cl. acidurici*, *Cl. uracilicum*, *Cl. sartagofomum* и др. [2, 3, 7]. Для определения роли указанных организмов в трансформации органических веществ важно знать их численность в почвах, однако эти данные в литературе отсутствуют. Цель наших исследований — определить количество анаэробов рода *Clostridium*, использующих пуриновые и пиримидиновые соединения, в различных типах почв Советского Союза.

### Методика исследований

Количественный учет бактерий рода *Clostridium*, трансформирующих пурины и пиримидины, проводили в почвах различных широтных почвенных зон СССР. Краткая характеристика почв приводится в табл. 1.

Кроме того, анализировали интразональные почвы: торфяник маломощный ожелезненный (Московская область, с. Чашниково), пойменная дерново-луговая суглинистая почва на речном аллювии (пойма р. Упы, Тульские засеки), солонец черноземный луговой среднесуглинистый (Ростовская область).

Количество анаэробов определяли на глубине 0—20 см целинных и окультуренных почв.

Анаэробы рода *Clostridium*, трансформирующие пуриновые и пиримидиновые соединения, учитывали на основной среде (ОС), в которую вносили пурины и пиримидины. В качестве основной среды был взят состав из следующих компонентов (%):  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  — 0,1;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 0,05;  $\text{MgSO}_4$  — 0,05; глюкоза — 0,5; дрожжевой автолизат — 0,002; микроэлементы по Федорову — 1 мл; вода дистиллированная — 1000 мл.

Анаэробы, использующие пурины, учитывали на следующих средах: 1) ОС+аденин 0,1%; 2) ОС+гипоксантин 0,1%, 3) ОС+мочевая кислота 0,15%; 4) ОС+аденозин 0,1%; 5) ОС+аденозин-5-монофосфат (АМФ) 0,2%; 6) ОС+ксантин 0,1%, а анаэробы, использующие пиримидины, на средах: 1) ОС+цитозин 0,1%; 2) ОС+урацил 0,1%; 3) ОС+уридин 0,1%; 4) ОС+тимин 0,1%; 5) ОС+оротовая кислота 0,15%; 6) ОС+уридин-5-монофосфат (УМФ) 0,2%.

Указанные среды стерилизовали при 0,5 атм 15 мин дважды, рН сред 7,2—7,4. Нуклеотиды добавляли в среды стерильно.

Снижение окислительно-восстановительного потенциала во всех средах обуславливалось внесением агара 0,075% и тиогликолата нат-

## Характеристика почв

Почвенная зона	Название почвы и место взятия образца	Горизонт и степень окультуренности	Глубина взятия образца, см	Гумус по Тюрину, %	pH <sub>вод</sub>
Таежно-лесная	Дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая на глинистой морене (с. Чашниково Московская обл. и опытное поле ТСХА <sup>1</sup> )	A <sub>1</sub> (гумусоаккумулятивный), целина	2—15	2,43	4,1
Лиственнолесная	Серая лесная среднесуглинистая (Тульские засеки)	То же, окульт. A, целина	0—20 0—20	3,9	6,5
Лесостепная и степная	Чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке (Воронежская обл.)	A, целина	0—20	6,3	6,9
Зона сухих степей	Светло-каштановая почва (Кировабад)	Целина	0—20	2,0	
	Лугово-каштановая тяжелосуглинистая солонцеватая на карбонатных покровных суглинках (Ростовская обл.)	A <sub>d</sub> + A, целина	0—18	3,9	7,4
Почвы предгорно-пустынных степей сухих субтропиков	Серозем светлый тяжелосуглинистый	A <sub>1</sub> + B <sub>1</sub> , целина	0—20	1,5	6,8

<sup>1</sup> Характеристика почв дана в статье Гречина И. В. «Почвы полеводческой опытной станции ТСХА». «Изв. ТСХА», 1955, вып. 1, с. 127.

рия 0,05%. В среды вносили также окислительно-восстановительный индикатор — нейтральрот в концентрации 0,004%.

Для количественного учета использовали метод предельных разведений почвы (1/10 — 1/1000000), которые вносили по 1 мл в пробирку с соответствующей средой (размер пробирок 1×25 см). Повторность опыта 2-кратная. Температура инкубации 37°. Наблюдения проводили каждые сутки в течение 7—10 дней, при этом определяли: наличие газообразования (учитываемые виды *Clostridium* образуют в процессе использования пуриновых соединений CO<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>; NH<sub>3</sub>); восстановление нейтральрота (флюоресценция среды); наличие клостридиальных клеток; трансформацию внесенных пуриновых и пиримидиновых компонентов, о которой судили по изменению химической структуры внесенных пуриновых и пиримидиновых соединений при хроматографическом и спектрофотометрическом анализе.

Аналізу подвергалась подосадочная жидкость (после отцентрифугирования бактериальных клеток из пробирок со средами, где развивались анаэробы).

Хроматографический анализ заключался в разделении продуктов трансформации, внесенных пуриновых и пиримидиновых соединений методом восходящей хроматографии на бумаге Filtrak-11 в следующих системах растворителей: 1) этилацетат: CH<sub>3</sub>COOH: H<sub>2</sub>O = 3:1:1; 2) изопропанол: H<sub>2</sub>O: NH<sub>4</sub>OH 25% = 14:5:1; 3) H-бутанол: ледяная уксусная кислота: вода = 2:1:1; 4) H-бутанол: ацетон: CH<sub>3</sub>COOH:

Соединения, обнаруженные при трансформации пуриновых соединений  
анаэробными бактериями рода *Clostridium* различных почв (на 5-е сутки инкубации)

Почва	Исходное соединение в среде				
	аденин	гипоксантин	мочевая кислота	аденозин-5-монофосфат (АМФ)	аденозин
Дерново-подзолистая	Аденин, гипоксантин	Гипоксантин	Аллантоин и вещество на уровне ксантина	Аденозин, АМФ	Инозин, аденозин
Серая лесная	То же	То же	Аллантоин	То же	То же
Чернозем типичный	» »	» »	То же	» »	» »
Лугово-каштановая и светло-каштановая	Гипоксантин	Гипоксантин, ксантин	Аллантоин и вещество на уровне ксантина	» »	Инозин, гипоксантин, аденозин
Светлый серозем	Аденин, гипоксантин	Гипоксантин	То же	» »	То же
Торфяник маломощный	То же	То же	» »	» »	Инозин, аденозин
Пойменно-луговая	» »	» »	Аллантоин	» »	Инозин, гипоксантин, аденозин
Солонец черноземный	» »	» »	» »	» »	Инозин, гипоксантин, аденин, аденозин

$\text{NH}_4\text{OH } 5\% : \text{H}_2\text{O} = 35 : 25 : 15 : 15 : 10$ ; 5) изомаляная кислота :  $\text{H}_2\text{O} : \text{NH}_4\text{OH } 25\% = 33 : 66 : 1,5$ .

Продолжительность хроматографического разделения (от 24 до 48 ч) зависела от использованной системы.

Пуриновые и пиримидиновые соединения обнаруживали на хроматограммах по поглощению УФ-лучей при помощи ультрахемискапа [1].

Т а б л и ц а 3

Хроматографические и спектрофотометрические характеристики обнаруженных соединений в средах с пуринами

Исходное соединение	Обнаруженное соединение	Rf в системах					УФ-поглощение в НМ, $\lambda_{\text{max}}$		Идентифицированные соединения
		1	2	3	4	5	pH 1	pH 11	
Аденин	X <sub>1</sub>	0,69	0,71	0,64	0,70	0,86	263	269	Аденин
	X <sub>2</sub>	0,68	0,70	0,62	0,69	0,74	248	258	Гипоксантин
Гипоксантин	X <sub>3</sub>	0,68	0,70	0,62	0,69	0,74	248	258	»
	X <sub>4</sub>	0,35	0,39	0,05	—	0,64	267	277	Ксантин
Мочевая кислота	X <sub>12</sub>	0,23	0,32	—	—	0,55	283	292	Мочевая кислота
	X <sub>13</sub>	Проявляли парадиметилбензоальдегидом							Аллантоин
	X <sub>14</sub>	0,34	0,40	—	—	0,61	—	—	Возможно, ксантин
Аденозин-5-монофосфат	X <sub>9</sub>	0,10	0,13	0,13	0,38	0,59	257	259	Аденозин-5-монофосфат
	X <sub>10</sub>	0,63	0,70	0,65	0,60	0,88	257	260	Аденозин
	X <sub>11</sub>	0,45	0,56	0,42	0,55	0,65	248	253	Инозин
Аденозин	X <sub>5</sub>	0,63	0,70	0,65	0,60	0,88	257	260	Аденозин
	X <sub>6</sub>	0,45	0,56	0,42	0,55	0,65	248	253	Инозин
	X <sub>7</sub>	0,68	0,70	0,62	0,69	0,74	248	258	Гипоксантин
	X <sub>8</sub>	0,68	0,71	0,64	0,70	0,86	263	269	Аденин

## Соединения, обнаруженные при трансформации пиримидиновых соединений анаэробными бактериями различных почв (на 5-е сутки инкубации)

Почва	Исходное соединение в среде				
	уридин-5-монофосфат (УМФ)	уридин	цитозин	тимин	урацил
Дерново-подзолистая	Уридин, УМФ	Урацил, уридин	Цитозин	Тимин, дигидротимин, β-уреидоизомасляная кислота	Урацил дигидроурацил, β-уреидопропионовая кислота
Серая лесная	—	—	Цитозин	То же	То же
Чернозем типичный	Уридин, УМФ	Урацил, уридин	Цитозин	» »	» »
Лугово-каштановая и светло-каштановая	То же	То же	Урацил, цитозин	» »	» »
Светлый серозем	» »	» »	Цитозин	—	» »
Торфяник маломощный	» »	—	Урацил, цитозин	—	» »
Пойменно-луговая	» »	—	Цитозин	—	» »
Солонец черноземный	» »	—	» »	—	» »

Примечание. В этой и последующих таблицах прочерк обозначает, что определения не проводились.

Наличие дигидросоединений устанавливали при обработке хроматограмм 0,5 н. раствором NaOH, а образовавшиеся уреидосоединения проявляли п-диметилбензоальдегидом [9].

Идентификацию выделенных и очищенных соединений проводили путем сравнения Rf соединений в различных системах с Rf образцами заведомо известных структур, а также по характеру УФ-спектра. Для

Т а б л и ц а 5

## Хроматографические и спектрофотометрические характеристики соединений, обнаруженных в средах с пиримидинами

Исходное соединение	Обнаруженное соединение	Rf в системах					УФ-поглощение в НМ		Идентифицированное соединение	
		1	2	3	4	5	pH 1	pH 11		
Уридин-5-монофосфат	X <sub>1</sub>	0,13	—	0,18	0,55	0,41	262	261	Уридин-5-монофосфат	
	X <sub>2</sub>	0,45	0,51	0,45	0,61	0,62	262	262	Уридин	
Уридин	X <sub>3</sub>	0,45	0,51	0,45	0,61	0,62	262	262	Уридин	
	X <sub>4</sub>	0,74	0,58	0,55	0,54	0,74	259	284	Урацил	
Цитозин	X <sub>5</sub>	0,64	0,64	—	0,53	0,93	274	267	Цитозин	
	X <sub>6</sub>	0,74	0,58	0,55	0,54	0,74	259	284	Урацил	
Тимин	X <sub>7</sub>	0,76	—	0,58	0,66	0,88	264	291	Тимин	
	X <sub>8</sub>	Проявлялись при обработке паради-метилбензоальдегидом								Дигидротимин
Урацил	X <sub>9</sub>	То же							Урацил	
	X <sub>10</sub>	0,74	0,58	0,55	0,54	0,74	284	284		
	X <sub>11</sub>	Проявлялись при обработке паради-метилбензоальдегидом								Дигидроурацил
	X <sub>12</sub>	То же							β-Уреидопропионовая кислота	

Сезонная динамика численности клеток анаэробов рода *Clostridium*, использующих пуриновые соединения, в целинных почвах различных типов (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы)

Месяц	Соединения, внесенные в питательные среды				
	аденин	гипоксантин	мочевая кислота	аденозин-5-монофосфат	аденозин
Дерново-подзолистая почва					
V	3,06	8,6	36,0	36,0	31,6
VII	1,1	6,68	14,6	14,6	22,6
IX	0,84	7,6	34,6	24,3	16,4
Чернозем					
V	2,51	2,53	15,1	121,0	3,55
VII	1,43	—	8,6	29,0	5,31
VIII	1,19	2,16	5,2	21,6	6,57
Светло-каштановая почва					
V	116,8	83,5	134,1	639	274,0
VII	84,1	65,3	73,4	512,4	116,9
VIII	63,9	64,1	63,9	266,0	138,7
Светлый серозем					
V	2,7	27,0	64,9	251,0	27,0
VII	2,4	7,3	25,6	73,9	25,6
VIII	2,5	25,6	73,0	114,2	25,6

этого снимали спектры УФ-поглощения водных элюатов очищенных и выделенных соединений при рН 1 и рН 11 на спектрофотометре Spcord UV-VIS (ГДР).

Хроматографический анализ инокулированных почвой питательных сред с пуринами выявил трансформацию указанных соединений (табл. 2 и 3). Так, в средах с аденином отмечено появление гипоксантина, на средах с мочевой кислотой — аллантина и вещества на уровне ксантина. В средах с аденозином зафиксировано появление инозина, гипоксантина, аденина, в средах с аденозин-5-монофосфатом — появление аденозина и инозина.

В средах с пиримидиновыми основаниями обнаружены (табл. 4 и 5) продукты восстановленного катаболизма урацила и тимина: дигидросоединения и  $\beta$ -урейдокислоты, в средах с уридином — урацил, а с уридин-5-монофосфатом — уридин.

При инокуляции питательных сред стерильной почвой трансформации пуриновых и пиримидиновых соединений не наблюдалось. В контроле, которым служила зараженная почвой питательная среда без пуриновых и пиримидиновых соединений, но с дополнительным источником азота, не выявлено продуктов, адсорбирующих УФ-лучи.

Следовательно, трансформация гетероциклических соединений может служить весьма надежным критерием роста и развития анаэробов при количественном учете бактерий, использующих пуриновые и пиримидиновые соединения. Количество клеток *Clostridium*, трансформирующих пурины и пиримидины, подсчитывали по таблицам Мак-Креди.

### Результаты исследования

Анаэробные бактерии, использующие пуриновые соединения, обнаружены во всех изученных почвах (табл. 6). Наибольшее количество этих организмов выявлено в каштановой почве, меньше их содержалось

Количество анаэробов, использующих пуриновые соединения в целинных и окультуренных почвах (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы)

Соединения, внесенные в среды	Дерново-подзолистая почва (август)		Чернозем (сентябрь)		Светло-каштановая почва (сентябрь)		Светлый серозем (август)	
	целинная	окультуренная	целинная	окультуренная	целинная	окультуренная	целинная	окультуренная
Аденин	0,74	2,43	1,12	1,23	74,6	74,8	2,5	27,6
Гипоксантин	6,4	8,4	2,7	2,8	58,4	73,4	25,6	—
Мочевая кислота	30,0	150,0	7,6	7,9	58,4	75,0	73,0	73,9
Аденин-5-монофосфат	11,6	7,6	86,2	—	530,8	—	114,2	—
Аденозин	15,6	16,0	11,20	7,6	208,4	256,9	25,6	27,6

в сероземе и совсем мало в черноземе и дерново-подзолистой почве. Следует отметить существенные различия в количественном составе анаэробов, использующих то или иное пуриновое соединение, в одной и той же почве. Так, клеток анаэробов, использующих аденин и гипоксантин, в дерново-подзолистой почве было значительно меньше (в 10 и более раз), чем использующих аденозин. Большая доступность нуклеозидов для бактерий, по-видимому, объясняется содержащимися в них углеводами.

Численность анаэробов, использующих мочевую кислоту, достаточно высокая во всех почвах и почти одинаковая с численностью микроорганизмов, использующих нуклеозиды. Известно, что такие специфические по отношению к пуринам анаэробы, как *Cl. acidurici* и *Cl. cilindrosporum*, быстро расщепляют ксантин, мочевую кислоту, медленнее гипоксантин [2, 7].

Доминирование анаэробов, использующих пуриновые вещества, в каштановой почве и в меньшей степени в сероземе, вероятно, связано с интенсивной минерализацией органического вещества в южных почвах и обогащением их белком, нуклеиновыми кислотами, аминокислотами и другими соединениями микробного происхождения. Согласно исследованиям некоторых авторов [6] пуриновые и пиримидиновые соединения как компоненты нуклеиновых кислот, содержащихся в почве, имеют преимущественно микробный источник поступления. Этим,

Т а б л и ц а 8

Численность анаэробов, использующих пуриновые соединения, в серой лесной и некоторых интразональных почвах (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы)

Почва	Соединения, внесенные в среды			
	ксантин	гипоксантин	мочевая кислота	аденозин
Серая лесная среднесуглинистая (Тульские засеки)	253,0	13,5	25,3	61,5
Лугово-каштановая тяжелосуглинистая на карбонатном суглинке (Ростовская обл.)	2,500	63,5	61,5	615,0
Торфяник маломощный ожелезненный (Московская обл.)	—	25,9	6,25	258,0
Пойменная дерново-луговая суглинистая на речном аллювии (пойма р. Упы)	—	2,53	13,5	62,1
Солонец черноземный типичный корковый среднесуглинистый на лёссовидном суглинке (Ростовская обл.)	—	2,53	5,11	253,0

Т а б л и ц а 9

Размещение анаэробов,  
разлагающих пурины, по профилю  
чернозема  
(тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы)

Глубина взятия образца, см	Количе- ство гуму- са, %	Соединения, внесенные в среды	
		мочевая кислота	аденозин
И ю л ь			
0—5	4,94	27,6	27,6
5—15	4,85	14,1	88,4
15—20	3,91	1,4	8,8
С е н т я б р ь			
0—5	4,94	26,5	28,0
5—15	4,85	23,8	73,0
15—25	3,91	2,86	5,6

видимо, объясняется наблюдаемая нами тенденция к повышению численности изучаемых анаэробов с севера на юг.

Окультуривание почв в ряде случаев способствовало увеличению количества анаэробных бактерий, использующих пуриновые соединения (табл. 7).

В серой лесной почве, а также в интразональных почвах (табл. 8) особенно распространены бактерии, использующие ксантин и аденозин.

Вниз по почвенному профилю численность анаэробов, использующих пуриновые соединения, как правило, снижалась (табл. 9), что, видимо, связано с уменьшением содержания органического вещества с глубиной. Только в слое 5—15 см анаэробов, использующих аденозин, обнаружено значительно больше, чем в слое 0—5 см.

Анаэробные бактерии, использующие пиримидиновые соединения, также были обнаружены во всех исследованных почвах (табл. 10). При этом в каштановой почве их численность оказалась наибольшей, а в дерново-подзолистой почве и черноземе — наименьшей.

Следует подчеркнуть, что количество анаэробов, выявленных на средах с пиримидиновыми основаниями, несколько выше, чем на средах

Т а б л и ц а 11

Количество анаэробов, использующих пиримидиновые соединения  
(тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы)

Соединения, внесенные в среды	Дерново-подзоли- стая (август)		Чернозем (август)		Светло-каштанов- ая почва (сентябрь)		Светлый серозем (август)	
	целинная	окультур- ренная	целин- ная	окультур- ренная	целин- ная	окультур- ренная	целинная	окультур- ренная
Урацил	24,2	32,6	15,5	27,2	58,4	72,3	136,3	77,6
Уридин-5-моно- фосфат	2,31	2,41	29,0	—	—	—	72,8	73,1
Уридин	30,0	32,4	29,0	—	208,4	—	72,8	61,5
Цитозин	7,6	15,2	21,6	—	25,4	36,9	13,6	—
Оротовая кислота	23,6	83,6	8,9	—	119,5	—	72,8	—

Т а б л и ц а 10

Сезонная динамика численности клеток  
анаэробов рода Clostridium,  
использующих пиримидиновые соединения,  
в целинных почвах различных типов  
(тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы)

Месяц	Соединения, внесенные в питательные среды				
	урацил	ури- дин-5- моно- фосфат	ури- дин	цито- зин	орото- вая кисло- та
Дерново-подзолистая почва					
V	88,3	12,3	31,6	7,51	—
VII	66,8	8,6	36,2	6,59	36,2
IX	34,6	—	32,4	15,2	34,6
Чернозем					
V	31,8	78,4	25,1	27,2	—
VII	29,9	29,0	23,6	15,2	13,1
Светло-каштановая почва					
V	153,5	83,2	274,0	83,2	—
VII	116,8	73,4	254,9	65,3	274,0
VIII	74,6	63,8	266,8	—	266,8
Светлый серозем					
V	71,2	64,3	64,3	6,4	64,9
VII	72,5	61,5	61,5	7,2	25,6

Численность анаэробов, использующих пиримидиновые соединения, в серой лесной и некоторых интразональных почвах (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы)

Почва	Соединения, внесенные в среды				
	цитозин	урацил	тимин	оротовая кислота	уридин-5-монофосфат
Серая лесная среднесуглинистая (Тульские засеки)	25,3	61,5	65,3	—	—
Лугово-каштановая тяжелосуглинистая на карбонатном суглинке (Ростовская обл.)	65,3	131,5	266,9	256,0	83,2
Торфяник маломощный ожелезненный (Московская обл.)	72,5	135,0	—	6,25	25,8
Пойменная дерново-луговая суглинистая на речном аллювии (пойма р. Упы)	20,7	136,0	—	13,51	2,56
Солонец черноземный типичный среднесуглинистый на лессовидном суглинке (Ростовская обл.)	13,1	25,3	—	13,7	6,1

с пуриновыми основаниями (табл. 6), что, видимо, можно объяснить лучшей доступностью пиримидинов для анаэробных бактерий. Наблюдаемое явление согласуется с данными ряда авторов [3, 8].

Для каждой почвы характерны существенные различия в количественном составе анаэробов, использующих то или иное пиримидиновое соединение. Так, в сероземе и дерново-подзолистой почве количество клеток анаэробов, использующих урацил, в 10 раз превышало численность анаэробов, использующих цитозин. Известно, что цитозин как продукт разложения РНК плохо используется анаэробами и накапливается в почве [8]. Выявлено, что в каштановой и дерново-подзолистой почвах численность анаэробов, использующих нуклеотиды, в 5 и более раз меньше количества бактерий, использующих нуклеозиды. В сероземе и черноземе эта разница менее выражена.

Что касается влияния времени года на численность анаэробов, использующих пуриновые и пиримидиновые соединения, то следует отметить увеличение количества изучаемых микроорганизмов в весенне-осенний период. Это, возможно, связано с поступлением в почву свежего органического вещества.

Наблюдалась также тенденция к увеличению численности микроорганизмов, использующих пиримидиновые соединения, от северных почв к южным.

Нами не выявлено существенных различий в количестве анаэробов, использующих пиримидиновые соединения, в целинных и окультуренных почвах (табл. 11).

В интразональных почвах обнаружено наибольшее число клеток бактерий, использующих урацил (табл. 12). Следует подчеркнуть, что в лугово-каштановой почве преобладают анаэробы, использующие только оротовую кислоту.

При изучении распределения анаэробов, использующих пирими-

Т а б л и ц а 13

Распределение анаэробов, разлагающих пиримидиновые соединения по профилю чернозема (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы)

Глубина взятия образца, см	Количество гуща, %	Соединения, внесенные в среды	
		урацил	уридин-5-монофосфат
И ю н ь			
0—5	4,94	28,1	5,5
5—15	4,85	27,6	2,68
15—25	3,91	8,0	0,26
С е н т я б р ь			
0—5	4,94	73,0	27,8
5—15	4,85	28,6	2,81
15—25	3,91	15,1	0,68

диновые соединения, по почвенному профилю также обнаружено уменьшение численности бактерий с глубиной (табл. 13).

### Выводы

1. Анаэробные бактерии рода *Clostridium*, использующие пуриновые и пиримидиновые соединения, широко распространены в различных типах почв, причем для каждой почвы отмечены существенные различия в количественном составе анаэробов, использующих то или иное пуриновое или пиримидиновое соединение.

2. Анаэробы, использующие пуриновые и пиримидиновые соединения, наиболее богато представлены в каштановых почвах.

3. Количество бактерий, утилизирующих пиримидиновые основания, значительно превышает численность анаэробов, использующих пуриновые основания, во всех исследуемых почвах, что, по-видимому, можно объяснить лучшей доступностью пиримидинов для анаэробных микроорганизмов. Нуклеозиды лучше используются анаэробами, чем нуклеотиды.

4. С глубиной численность микроорганизмов, использующих пуриновые и пиримидиновые соединения, уменьшается, что связано со снижением содержания органического вещества по профилю почвы.

5. Численность указанных анаэробов изменяется в течение вегетационного периода. В весенне-осенний период содержание их наибольшее, что, по-видимому, связано с поступлением в почву в это время свежего органического вещества.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Блумберг Е. М. Прибор для хроматографического анализа в ультрафиолетовых лучах. «Докл. АН СССР», 1950, т. 72, с. 835—891. — 2. Баркер Х. Брожение азотистых органических соединений. В кн.: *Метаболизм бактерий*. М., ИЛ, 1969 с. 186—199. — 3. Дунцис М. Э. Условия культивирования анаэробных микроорганизмов из рода *Clostridium*, выделенных на средах с пиримидиновыми соединениями. «Науч. докл. высшей школы». Биол. науки, 1972, № 8, с. 100—104. — 4. Емцев В. Т. Распространение анаэробных бактерий рода *Clostridium* в различных почвенных зонах. «Докл. ТСХА», 1965, вып. 115,

с. 133—136. — 5. Мишустин Е. Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. М., «Наука», 1975. — 6. Панников И. С. Нуклеиновые кислоты почв и их превращение микроорганизмами. Автореф. канд. дис. М., 1976. — 7. Barker H. A., Beck I. V. "J. Bacter.", 1941, vol. 141, p. 3—27. — 8. Durand Gilbert. "Contribution a l'etude de la Biologie du sol: sur le catabolisme des acides Nucleaes et leu derives". These de doctorat es sciences. 1966, Toulouse. — 9. Fink R. M. e. a. "Feder. Proc.", 1954, vol. 13, p. 207. — 216. — 10. Campbell L. L. "J. Bacter.", 1957, vol. 73, p. 225—229.

*Статья поступила 29 июля 1977 г.*

### SUMMARY

Anaerobes of *Clostridium* genus using purine and pyrimidine compounds have been found to be widely spread in the soils of the Soviet Union.

The greatest number of these bacteria were found in the soils of the South, which is likely to be connected with the increase of microbic protein in them. It has been found that the number of anaerobes using pyrimidine bases is much greater than that of anaerobes using purine bases. The population of anaerobes studied varies during the growing season. The greatest number has been found in spring and in the fall, which is likely to be connected with the fact that there is fresh organic matter into the soil in this period.